

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平9-148266

(43)公開日 平成9年(1997)6月6日

(51)Int.Cl. [®]	識別記号	序内整理番号	F I	技術表示箇所
H 01 L 21/266		H 01 L 21/265		M
21/265				L
29/786		29/78		6 1 6 A
21/336				6 1 7 W

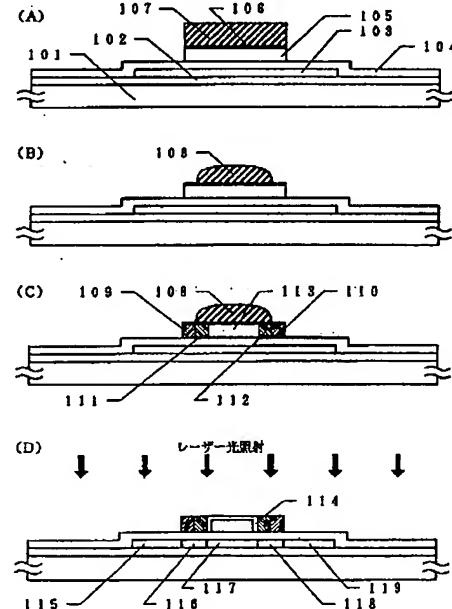
審査請求 未請求 請求項の数9 FD (全7頁)

(21)出願番号	特願平7-329761	(71)出願人	000153878 株式会社半導体エネルギー研究所 神奈川県厚木市長谷398番地
(22)出願日	平成7年(1995)11月24日	(72)発明者	張 宏男 神奈川県厚木市長谷398番地 株式会社半導体エネルギー研究所内

(54)【発明の名称】 半導体装置の作製方法

(57)【要約】

【目的】 自己整合技術でLDD領域を形成する。
【構成】 アルミニウムでなる領域105の形成を利用したレジストマスク107をアッシングで後退させ、新たなマスク108を形成する。そしてアルミニウムでなる領域105を陽極として陽極酸化を行い、多孔質状の陽極酸化膜109~112を形成する。この陽極酸化工程において、マスク108が存在する関係で、陽極酸化膜の多孔質の開孔の方向(異方性)を制御することができる。この多孔質状の陽極酸化膜をマスクとして不純物イオンの注入を行うことにより、活性層103に注入される不純物イオンの量を調整することができる。そしてこのことを利用してLDD領域を形成することができる。



【特許請求の範囲】

【請求項1】多孔質状の膜質を有した陽極酸化膜をマスクとして用いて不純物イオンを注入する方法であって、前記陽極酸化膜は選択的に異なる方向に対しての異方性を有しており、前記異なる異方性に従って前記マスクを透過する不純物イオンの量が異なることを特徴とする半導体装置の作製方法。

【請求項2】活性層上に設けられたゲイト絶縁膜と、前記ゲイト絶縁膜上に設けられた陽極酸化可能な材料でなるゲイト電極と、を有する半導体装置の作製方法であって、ゲイト電極の周囲に異なる異方性を有した多孔質状の陽極酸化膜を形成する工程と、前記多孔質状の陽極酸化膜をマスクとして不純物イオンの注入を行い前記異なる異方性に従って活性層中に選択的に前記不純物イオンを注入する工程と、を有することを特徴とする半導体装置の作製方法。

【請求項3】請求項2において、陽極酸化可能な材料としてアルミニウムまたはアルミニウムを主成分とした材料を用いることを特徴とする半導体装置の作製方法。

【請求項4】請求項2において、ゲイト電極に隣接した領域における多孔質状の陽極酸化膜は水平方向に延在した多数の開孔を有していることを特徴とする半導体装置の作製方法。

【請求項5】活性層と、前記活性層上に配置されたゲイト絶縁膜と、前記ゲイト絶縁膜上に配置された陽極酸化可能な材料でなるゲイト電極と、を有した半導体装置の作製方法であって、ゲイト電極の側面に異なる異方性を有する多孔質状の陽極酸化膜を形成する工程と、前記陽極酸化膜をマスクとして一導電型を付与する不純物イオンを活性層に対して注入する工程と、を有し、

前記ゲイト電極に対応する活性層中にチャネル形成領域が形成され、前記多孔質状の陽極酸化膜に対応する活性層中に低濃度不純物領域が形成され、前記低濃度不純物領域に隣接してソースおよびドレイン領域として機能する一対の高濃度不純物領域が形成されることを特徴とする半導体装置の作製方法。

【請求項6】請求項5において、陽極酸化可能な材料としてアルミニウムが用いられることを特徴とする半導体装置の作製方法。

【請求項7】請求項5において、多孔質状の陽極酸化膜の形成は、ゲイト電極の形成に利用したレジストマスクのアッシングを行い、その形状を小さくした後に行うことと特徴とする半導体装置の作製

方法。

【請求項8】請求項5において、低濃度不純物領域のチャネル形成領域側に対応する位置に形成される陽極酸化膜は、活性層に対して主に水平方向に延在した開孔を多数有し、低濃度不純物領域のソース／ドレイン領域側に対応する位置に形成される陽極酸化膜は、活性層に対して主に垂直方向に延在した開孔を多数有し、

ていることを特徴とする半導体装置の作製方法。

【請求項9】請求項5において、低濃度不純物領域のチャネル形成領域における不純物濃度は高く、低濃度不純物領域のドレイン領域における不純物濃度は高いことを特徴とする半導体装置の作製方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本明細書で開示する発明は、薄膜トランジスタの作製方法に関する。特にLDD領域に代表される低濃度不純物領域を備えた薄膜トランジスタの作製方法に関する。

【0002】

【従来の技術】ガラス基板や石英基板上に形成された薄膜半導体を用いて薄膜トランジスタを構成する技術が知られている。このような薄膜トランジスタは、例えばアクティブマトリクス型の液晶表示装置やアクティブマトリクス型のEL表示装置に利用される。

【0003】このような薄膜トランジスタの技術的な課題としてOFF電流値が大きいことが挙げられる。OFF電流値は、薄膜トランジスタがOFF動作時に出力からまたは出力に流れてしまう電流のことである。

【0004】例えばアクティブマトリクス型の液晶表示装置においては、画素電極に所定の時間の間電荷を保持させておく特性が要求される。従って、OFF動作において素子を流れてしまう電流、即ちOFF電流の値を極力小さいものとすることが要求される。

【0005】薄膜トランジスタにおけるOFF電流値を小さくする技術としては、特公平3-38755号公報に記載された技術が知られている。

【0006】また上記技術と同様な効果を得られる構成として、特開平4-360580号公報や特開平5-166837号公報に記載された技術が知られている。

【0007】後者2つの公報に記載された技術は、ゲイト電極の周囲に形成された陽極酸化膜を利用して自己整合的にオフセットゲイト領域を形成する方法である。この方法は、それほど作製工程を複雑化させず、かつ高い精度でもってオフセットゲイト領域を形成することができる方法である。

【0008】しかし、特開平4-360580号公報や特開平5-166837号公報に記載された技術においては、低OFF電流特性を得るために最適な構成の一つ

であるLDD（ライトドープドレイン）領域の形成を自己整合的に形成することができない。

【0009】

【発明が解決しようとする課題】本明細書では、自己整合的にLDD領域を形成することができる技術を提供することを課題とする。

【0010】

【課題を解決するための手段】本明細書で開示する発明の一つは、多孔質状の膜質を有した陽極酸化膜をマスクとして用いて不純物イオンを注入する方法であって、前記陽極酸化膜は選択的に異なる方向に対しての異方性を有しており、前記異なる異方性に従って前記マスクを透過する不純物イオンの量が異なることを特徴とする。

【0011】上記構成の具体的な例を図1を用いて説明する。図1(D)には、主に垂直方向に異方性を有する部分109と110、さらに水平方向に主に異方性を有する部分111と112を有する陽極酸化膜を用いて、不純物イオンの注入を行うことによって、116と118で示される低濃度不純物領域に選択的に異なる濃度で不純物イオンを注入する状態が示されている。

【0012】この構成は、陽極酸化膜の部分的に異なる違法性を有することで、そこを透過する不純物イオンの量（単位面積当たりを透過するイオンの数で定義される）がこの違法性に従って異なることを利用したものである。

【0013】上記の主に垂直方向に異方性を有するというのは、主に垂直方向に延在する開孔を多数有する（過半数有する）多孔質であることを意味する。上記の主に水平方向に異方性を有するというのは、主に水平方向に延在する開孔を多数有する（過半数有する）多孔質であることを意味する。

【0014】他の発明の構成は、図1にその具体的な例を示すように、活性層103上に設けられたゲート絶縁膜104と、前記ゲート絶縁膜上に設けられた陽極酸化可能な材料でなるゲート電極113と、を有する半導体装置の作製方法であって、ゲート電極113の周囲に異なる異方性を有した多孔質状の109～112で示される陽極酸化膜を形成する工程と、前記多孔質状の陽極酸化膜をマスクとして不純物イオンの注入を行い前記異なる異方性に従って活性層中に選択的に前記不純物イオンを注入する工程と、を有することを特徴とする。

【0015】他の発明の構成は、図1にその具体的な例を示すように、活性層103と、前記活性層上に配置されたゲート絶縁膜104と、前記ゲート絶縁膜104上に配置された陽極酸化可能な材料でなるゲート電極113と、を有した半導体装置の作製方法であって、ゲート電極113の側面に109～112で示される異なる異方性を有する多孔質状の陽極酸化膜を形成する工程と、前記陽極酸化膜をマスクとして一導電型を付与する不純物イオンを活性層に対して注入する工程と、を有し、前

記ゲート電極113に対応する活性層中にチャネル形成領域117が形成され、109～112で示される前記多孔質状の陽極酸化膜に対応する活性層中に低濃度不純物領域116と118が形成され、前記低濃度不純物領域に隣接してソースおよびドレイン領域として機能する一対の高濃度不純物領域115と119が形成されるることを特徴とする。

【0016】上記の構成を実現するには、図1(B)に工程で示されるように、ゲート電極（正確にはその出発部材となる島状の領域）105のバーニング時に利用したレジストマスク107をアッティング処理し、その形状を108で示されるように小さくすることが重要となる。

【0017】このようにすることで、図1(C)の工程における多孔質状の陽極酸化膜の形成時に109、110で示される垂直方向に延在した開孔を多数有する膜質と、111、112で示される水平方向に延在した開孔を多数有する膜質と、を同時に得ることができる。

【0018】

【実施例】

【実施例1】図1に本実施例の作製工程を示す。本実施例は、ガラス基板上に自己整合的にLDD（ライトドープドレイン領域）が形成されたNチャネル型の薄膜トランジスタを作製する場合の例を示す。

【0019】まず図1(A)に示すようにガラス基板101上に下地膜として酸化珪素膜102をスパッタ法またはプラズマCVD法で3000Åの厚さに成膜する。ガラス基板101としては、コーニング7059ガラス基板またはコーニング1737ガラス基板を用いることができる。

【0020】下地膜102を成膜したら、図示しない非晶質珪素膜をプラズマCVD法または減圧熱CVD法で成膜する。この非晶質珪素膜の膜厚は500Åとする。

【0021】次にこの図示しない非晶質珪素膜をバーニングして薄膜トランジスタの活性層103を形成する。

【0022】活性層103を形成したら、ゲート絶縁膜となる酸化珪素膜104をプラズマCVD法でもって形成する。このゲート絶縁膜を構成する酸化珪素膜の膜厚は1000Åとする。

【0023】次に後にゲート電極を構成する図示しないアルミニウム膜をスパッタ法により4000Åの厚さに成膜する。このアルミニウム膜中にはスカンジウムを0.1重量パーセント含有させる。

【0024】スカンジウムを含有させるのは、後の工程において、アルミニウムの異常成長によりヒロックやウィスカが発生することを抑制するためである。

【0025】ヒロックやウィスカは、針状あるいは刺状にアルミニウムの突起物が形成されてしまう現象で、離間した配線や電極間におけるショートの原因となるも

のである。

【0026】図示しないアルミニウム膜を成膜したら、陽極酸化工程により、その表面に極薄い陽極酸化膜を形成する。ここでは、3%の酒石酸を含んだエチレングリコール溶液をアンモニア水で中和した溶液を電解溶液として用いる。陽極酸化はこの電解溶液中においてアルミニウム膜を陽極として行われる。

【0027】陽極酸化条件は、陰極を白金とし、化成電流を5mA、到達電圧を10Vとして行う。この陽極酸化膜の膜厚は100Å程度とする。なおこの膜厚の制御は到達電圧によって制御することができる。

【0028】この陽極酸化膜は後に形成されるレジストマスクの密着性を高める機能を有している。またこの工程で形成される陽極酸化膜は緻密で強固な膜質を有したものとして得られる。

【0029】次に図示しないアルミニウム膜上にレジストマスク107を配置し、バーニングを行う。こうしてゲイト電極の原形となるパターンを形成する。(図1(A))

【0030】図示しないアルミニウム膜をバーニングし、図1(A)に示す状態を得たら、酸素プラズマによるアッシングを行い、レジストマスク107をエッチングする。このアッシング工程を行うことにより、レジストマスク108は図1(B)に示すような状態となる。

【0031】即ち、レジストマスクの角の部分が削り取られ、その表面積が小さくなるような状態になる。

【0032】このアッシングを用いる方法は特にマスクを必要とすることもなく、工程上有用なものとなる。なお、マスクを利用してレジストマスクをさらに所望の形状にバーニングするのでもよい。

【0033】この状態で再び陽極酸化を行う。この陽極酸化は、3%のシュウ酸水溶液(PH=2)を電解溶液として用いる。この電解溶液中において残存したアルミニウム膜を陽極とした陽極酸化を行う。

【0034】この陽極酸化は、陰極として白金を用い、到達電圧を8Vとして行う。陽極酸化膜の膜厚は600Åとする。この陽極酸化工程においては、陽極酸化時間によって形成される陽極酸化膜の膜厚を制御することができる。

【0035】この陽極酸化工程においては、まず109や110で示される部分で陽極酸化が進行し、続いて111と112で示される部分で陽極酸化が進行する。

【0036】ここで、109と110で示される部分で進行する陽極酸化は、その上部にレジストマスク108が存在しない関係で、基板に垂直な方向に多孔質状の異方性を有する膜質となる。即ち、主に基板に垂直な方向に延在した開孔を多数有した膜質が得られる。

【0037】一方、111と112で示される部分においては、残存したアルミニウム膜105の側面方向から基板に平行な方向へと多孔質状の異方性を有した膜質の

陽極酸化膜が形成される。即ち、主に基板に平行な方向に延在した開孔を多数有した膜質が得られる。

【0038】これら多孔質状の陽極酸化膜の膜質の状態については電子顕微鏡の観察によって確認することができる。また多孔質の陽極酸化膜の成長の先端部(アルミニウムと接する部分)には、極薄い緻密な陽極酸化膜が観察される。

【0039】なお残存した113の部分がゲイト電極となる。(図1(C))

【0040】図1(C)に示す状態を得たら、レジストマスク108を専用の剥離液で除去する。さらに106で示される極薄い緻密な陽極酸化膜を除去する。

【0041】そして3度目の陽極酸化を行う。この陽極酸化は、最初の陽極酸化と同様に電解溶液として、3%の酒石酸を含んだエチレングリコール溶液をアンモニア水で中和したものを用いて行う。

【0042】この工程は、最初の緻密な陽極酸化膜106の形成条件と同じ条件に従って行う。ただし到達電圧を高くして形成される陽極酸化膜の膜厚を500Åとする。

【0043】この陽極酸化工程においては、電解溶液が多孔質状の陽極酸化膜109、110、111、112の内部に侵入する。従って陽極酸化膜114は図に示されるようにゲイト電極113の表面を覆うようにして形成される。

【0044】そして図1(D)に示す状態を得る。この状態で不純物イオンの注入を行う。ここでは、Nチャネル型の薄膜トランジスタを作製するためにP(リン)イオンの注入をプラズマドーピング法で行う。

【0045】ここでは、 $0.2 \sim 5 \times 10^{13} / \text{cm}^2$ 、好ましくは $1 \sim 2 \times 10^{13} \text{ cm}^2$ のドーズ量でもってPイオンの注入を行う。

【0046】この工程において、111と112で示される陽極酸化膜が存在する直下の活性層103中には、直接Pイオンの注入は行われない。

【0047】一方、109と110で示される陽極酸化膜が存在する直下の活性層103中には、陽極酸化膜106と110の膜の性質上Pイオンの注入が行われる。

【0048】即ち、陽極酸化膜109と110は垂直方向に延在した多数の開孔を有しているので、加速注入されたPイオンの一部がこの開孔を介して活性層中に注入される。

【0049】このような様子で不純物イオンが注入される結果、例えば118で示される領域におけるP元素の存在の分布は、図2に示すようなものとなる。図2に示すのは一例であり、不純物イオンの注入条件等によって、Pイオンの分布状態は変化させることができる。

【0050】Pイオンの分布が図2に示すような状態となるのは以下に述べる理由による。

【0051】まず、多孔質状の陽極酸化膜109と111

0が存在していた領域の直下201の領域(図2を参照)においては、陽極酸化膜109の開孔を介して注入されるPイオンと周辺から回り込んできたPイオンが存在する。

【0052】従って、図2に示すような分布でもってP元素が存在することとなる。

【0053】一方、多孔質状の陽極酸化膜112が存在していた領域の直下202の領域(図2参照)においては、基本的に陽極酸化膜112によってPイオンは遮蔽されるので、陽極酸化膜を介して直接注入されるPイオンは存在しない。

【0054】しかし、イオンの回り込みがあるので、P元素の濃度は201の領域との境界に近づくにつれて高いものとなる。

【0055】このようにして、図2に示すような分布で注入されたP元素が存在することとなる。図2に示すような状態は、チャネル形成領域117と高濃度不純物領域であるドレン領域119との間にLDD(ライトドーブドレン)領域と呼ばれる低濃度不純物領域が形成された状態が示されている。

【0056】なおイオンの回り込みが生じるのは、プラスイオンの注入に従って、ゲート電極に対して周囲のゲイト絶縁膜が正の電位に帯電してしまうことが原因である。

【0057】このように図1(C)の109、110、111、112で示される多孔質状の陽極酸化膜の膜質の違いを利用することにより、選択的な不純物イオンの注入を行うことができる。

【0058】ここではPイオンの注入を行う場合の例を示したが、他の不純物イオン(例えばBイオン)であっても同様な効果を得ることができる。

【0059】不純物イオンの注入が終したら、多孔質状の陽極酸化膜109~112(図1(C)参照)を磷酸と酢酸と硝酸とを混合した混酸を用いて除去する。

【0060】こうして図3(A)に示す状態を得る。この状態でレーザー光の照射を行い、先の工程で不純物イオンが注入された領域のアニールを行う。このアニールは、紫外光や赤外光の照射によって行ってもよい。またレーザー光の照射と同時に加熱を併用してもよい。

【0061】図3(A)に示す状態でレーザー光の照射によるアニールは、不純物イオンが回り込んだ領域に対しても行うことができる。活性層が受けた不純物イオンの注入による損傷をほぼ完全にアニールすることができる。

【0062】そして層間絶縁膜120を形成する。層間絶縁膜120としては、酸化珪素膜、または窒化珪素膜、または酸化珪素膜と窒化珪素膜の積層膜、または酸化珪素膜と樹脂材料の積層膜、または窒化珪素膜と樹脂材料との積層膜を利用することができる。ここでは、層間絶縁膜120としてプラズマCVD法で成膜した50

00Å厚の酸化珪素膜を用いる。

【0063】こうして図3(B)に示す状態を得る。次にコンタクトホールの形成を行い、ソース電極121、ドレン電極122を形成する。そして最後に350°Cの水素雰囲気において1時間の加熱処理を行い図3(C)に示す薄膜トランジスタを完成させる。

【0064】図3(C)に示す薄膜トランジスタは、チャネル形成領域117とドレン領域119との間に自己整合的に形成されたLDD領域を有している。またLDD領域は、チャネル形成領域117からドレン領域119に向かって段階的にまたは連続的にP元素の濃度が大きくなるような構成で得ることができる。

【0065】このような構成においては、導電型を付与する不純物元素の濃度が急激に異なる領域が存在しないので、局所的に高電界が形成されてしまうことを抑制することができる。

【0066】OF電流の存在は、特公平3-38755号公報に記載されているように局所的な高電界の形成と、それに従うトラップ準位を介したキャリアの移動に起因するものである。

【0067】従って、本実施例に示すような局所的な高電界が形成されてしまうことが防げるような構成はOF電流値を低減させる構成として有用なものとなる。

【0068】また、特にNチャネル型の薄膜トランジスタの場合、この局所的な高電界が存在する関係でホットキャリアによる特性の劣化が生じるが、本実施例に示す構成においては、このホットキャリアによる劣化の問題を抑制することができる。

【0069】(実施例2)本実施例は、図1(D)の工程で形成されるゲート電極113の周囲の陽極酸化膜の膜厚を1500Åとした場合の例である。このような構成とすると、陽極酸化膜の直下の活性層の領域をオフセットゲート領域として機能させることができる。

【0070】図1に示す構成においては、陽極酸化膜114の膜厚が500Åと薄いので、実質的にオフセットゲート領域の存在は無視することができる。

【0071】しかし、本実施例に示すように陽極酸化膜114の膜厚を厚くした場合には、その直下の活性層に形成されるチャネルとしても機能せず、またソース/ドレインとしても機能しない領域を無視することができなくなる。

【0072】この領域は、オフセットゲート領域と呼ばれるチャネル形成領域とソース領域およびドレン領域との間に形成される電界強度を緩和させる機能を果たす。

(この意味でLDD領域と同様の機能を有している)

【0073】図1(D)に示す工程において、緻密な陽極酸化膜114を1500Åの厚さとするには、陽極酸化時の到達電圧を100Vとすればよい。なお、この到達電圧を300V近くすれば、2500Å程度の膜厚まで陽極酸化膜を成長させることができる。しかし、工程

の再現性が不安定となり、また作業の危険性が増大する。

【0074】【実施例3】本実施例は、実施例1に示す構成において、図1(A)の106で示す緻密な膜質を有する陽極酸化膜を形成しない場合の例を示す。

【0075】陽極酸化膜106を形成しない場合は、レジストマスクの密着性を高めるためにアルミニウム膜の表面に対して紫外光の照射を行い、その表面を活性化させておく等の工夫が必要となる。

【0076】陽極酸化膜106を形成しない場合、109と110で示される領域における多孔質状の陽極酸化膜の異方性は、垂直方向により顕著なものとなる。即ち、垂直方向に開孔の延長方向を有した状態がより顕在化する。

【0077】そして不純物イオンの注入の際に、109と110で示される陽極酸化膜の直下の活性層に対してより高濃度に不純物イオンを注入することができる。

【0078】

【発明の効果】陽極酸化可能な材料でなるゲイト電極の側面に異なる異方性を有する多孔質状の陽極酸化膜を形成し、この多孔質状の陽極酸化膜が存在する状態で一導電型を付与する不純物イオンの注入を行うことによって、活性層に対する不純物イオンの濃度を選択的に制御することができる。

【0079】そして自己整合的にLDD領域を形成することができる。

【0080】また、この不純物イオンの注入は自己整合的に行うことができるので、工程上有用なものとなる。

【0081】このようにして得られる薄膜トランジスタは、特にチャネル形成領域とドレイン領域との境界およびその近傍において、局所的に高電界が形成されてしまうことがない構成とすることができます。そして、低OF

F電流特性を有する薄膜トランジスタを得ることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 実施例の薄膜トランジスタの作製工程を示す図。

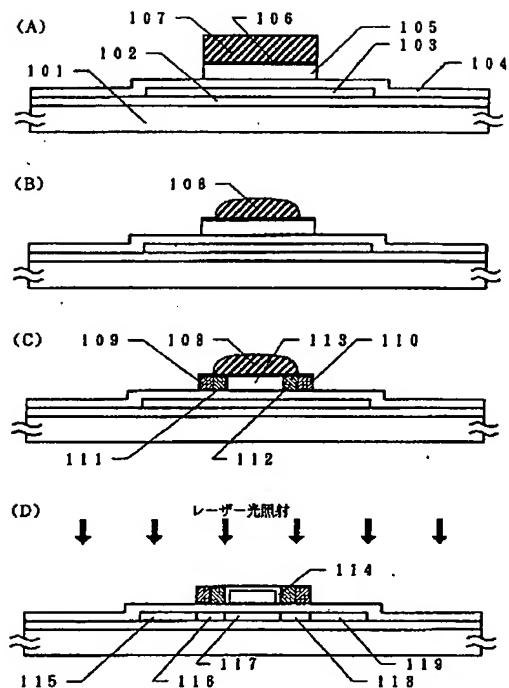
【図2】 低濃度不純物領域におけるP(リン)濃度の分布を示す図。

【図3】 実施例の薄膜トランジスタの作製工程を示す図。

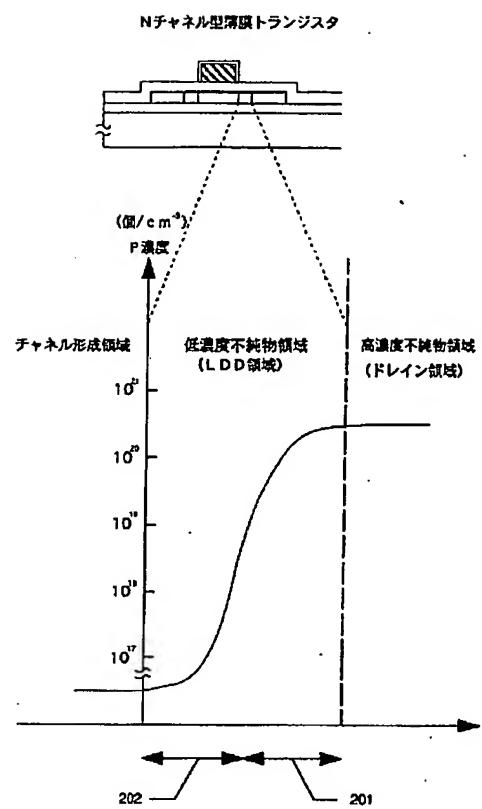
【符号の説明】

101	ガラス基板
102	下地膜(酸化珪素膜)
103	活性層
104	ゲイト絶縁膜(酸化珪素膜)
105	バーニングされたアルミニウム膜
106	緻密な陽極酸化膜
107	レジストマスク
108	アッシングされたレジストマスク
109、110	基板に垂直方向に異方性を有する多孔質状の陽極酸化膜
111、112	基板に水平方向に異方性を有する多孔質状の陽極酸化膜
113	ゲイト電極
114	緻密な陽極酸化膜
115	ソース領域
116	低濃度不純物領域
117	チャネル形成領域
118	低濃度不純物領域(LDD領域)
119	ドレイン領域
120	層間絶縁膜(酸化珪素膜)
121	ソース電極
122	ドレイン電極

【図1】



【図2】



【図3】

